视听整合对注意瞬脱的影响[1]

王爱君 [1] 赵超越 [1] 唐晓雨 [2] 张明 [1]

[1] (苏州大学心理学系, 心理与行为科学研究中心, 苏州 215123)

[2] (辽宁师范大学心理学院, 儿童青少年健康人格评定与培养协同创新中心, 大连 116029)

摘要：注意瞬脱(Attentional Blink, AB)是指面对接连不断出现的刺激时个体会表现出对较短时间内的刺激识别能力减弱的现象。注意瞬脱的出现很容易造成个体对后续信息加工的流失，是注意在时间维度上局限性的体现。而大量研究指出，个体在与复杂信息环境进行交换沟通时，对于可以在视觉和听觉通道同时呈现信息的物体或刺激识别更快更精准。现有研究表明，视听整合不仅可以促进空间注意的定向和搜索效率，同样在长时程注意中也会引起感觉促进效应。本研究探讨视听整合是否可以调节注意瞬脱造成的局限性影响；如果存在影响，那么整合的强度又会如何影响注意瞬脱，并且这种调节的效能如何更优化。实验 1 中启用 RSVP 范式，通过对比不同声音条件下的瞬脱效应探究视听整合对注意瞬脱的影响，结果发现当被忽略的声音与瞬脱窗口的目标同步出现时识别正确率明显提高，证明了视听整合可以减小注意瞬脱，且这种影响并不是由于听觉凸显导致的。实验 2 根据偏向竞争模型，通过增加听觉任务将注意分配到视听双通道中探究不同整合程度对瞬脱的调节作用，结果发现当需要注意的声音与瞬脱窗口的目标同步出现时识别正确率更显著提升，证明了视听整合效应增强可以更显著地减小注意瞬脱。与此同时也说明了视听整合可以不同程度地调节影响注意瞬脱现象。

关键词：注意瞬脱；多感觉整合；视听整合；通道选择性注意；双通道分配性注意

[1] 国家自然科学基金(31700939, 31871092, 31600882)和江苏省基础研究计划(BK20170333)。

通讯作者：张 明, E-mail: psyzm@suda.edu.cn; 唐晓雨, E-mail: tangyu-2006@163.com

1 引言

在注意持续性加工过程中，面对接连不断出现的刺激时个体会对较短时间内的刺激识别能力减弱，这种时程加工有限的现象被 Raymond 等人(1992)命名为注意瞬脱现象(Attentional blink, 简称 AB)，即当于同一位置接连出现不同类型的刺激时，如果第二个目标(Target2, 简称 T2)出现于第一个目标(Target1, 简称 T1)之后很短的时间间隔窗内(Target onset asynchrony, 简称 TOA)，这个时间窗约 200-500ms, 那么被试对于 T2 识别的正确率会显著降低(Barry et al., 2015; Broadbent & Broadbent, 1987; Chun & Potter, 1995; Dux & Marois, 2009; Pomerleau et al., 2014; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992; Shapiro, Raymond, & Arnell, 1997; Weichselgarner, 1987; 陈宏, 王苏妍, 2012)，该段时间窗也被命名为注意瞬脱窗口(曾庆巍, 刘爱书, 2015; 陈江涛等人, 2014)。总结而言，注意瞬脱现象可以理解为一种注意在较短时间进程中出现的功能性盲现象(Martens & Wyble, 2010; 张明, 王凌云, 2009)，它反映了注意在时间动态维度层面上一种基本的认知局限(Isaak, Shapiro, & Martin, 1999; Potter, Staub, & Connor, 2002)，即在一定时间内个体的知觉系统可以连续加工的信息数量是有限度的(Marois & Ivanoff, 2005)，并且它是一种可以用于衡量注意资源在刺激时间序列分配的特征现象(吴昱, 高湘萍, 2013)。

研究学者通常采用连续快速序列呈现(Rapid Serial Visual Presentation, 简称 RSVP)的研究范式来对注意的时间特性——注意瞬脱效应进行考察(Chen & Wang, 2012; Dux & Marois, 2009; Russo, Kates, & Wyble, 2017; 董蕊, 2017)，该方法起初由 Lawrence 等人(1971)率先应用于人脑对连串刺激处理能力的研究当中，随后大量应用于该领域的类似研究，Jane E. Raymond 等人(1992)在前人研究的基础之上发展并衍生出了该实验范式。经典的注意瞬脱实验流程首先要求被试注视屏幕中心的中央注视点，随后在屏幕中心会以每秒钟 10 个刺激的速度匀速逐一呈现包含两个英文字母在内的单个阿拉伯数字刺激流，被试需要按顺序依次识别数字(非目标刺激)刺激流中的两个字母(目标刺激,依次记为 T1 和 T2)。行为学结果主要考察被试在以第一个目标判断正确为前提下再判断第二个目标是否正确的概率，记为 T2/T1。并将 T2 相对于 T1 的接近程度被称为滞后(简称 Lag)，Lag 可以表示为 T2 在 T1 之后的相对位置(MacLean & Arnell, 2012)。实验结果发现，被试对 T2 的识别准确性随着 Lag 的增大出现了先降低后上升至稳定的数据变化，而对于 T1 之后 200-500ms 的时间窗内 T2 识别正确率出现显著下降。

研究发现注意瞬脱现象的程度在不同实验中并不是一成不变的，可以通过调节某些影响因素进而增强、削弱瞬脱的程度甚至是摆脱瞬脱现象。多种因素都会影响瞬脱现象，在实证研究中它不仅会受到被试当下特征属性的影响，同样也会受到实验设置的影响。Cindy 等人(2001)将经典注意瞬脱研究范式应用到不同年龄阶段的群体中，结果表明成年后随着年龄的增长和感知觉的不敏感，老年人会表现出更明显的注意瞬脱(Van et al., 2009)。在特殊人群的研究中，王庭照等人(2019)发现聋人相较于听力正常的人在同等条件下会表现出更显著的注意瞬脱效应，Amirault 等人(2009)在对自闭症患者中的研究中也发现他们较正常人更容易产生注意瞬脱，并且像精神分裂症患者(Mathis et al., 2012)、注意缺陷多动症患者(程浩, 刘爱书, 2017)、阅读障碍患者(汪静, 2019)以及抑郁症患者(李宁, 王荫华, 高旭光, 2006)等一些患有执行功能障碍、注意力缺陷和出现相关联器质性病变的群体也都会在注意的时间持久度层面表现出

较大的损害(陈江涛等人, 2014)。更有研究学者在实验中发现在人群中存在 5%左右的群体，他们的瞬脱程度很小甚至不会出现该类现象并将他们称为无注意瞬脱者(non-blinker)(Martens & Johnson, 2005; Martens, Munneke, Smid & Johnson, 2006)。个体之间差异也是影响注意瞬脱的重要原因，大脑工作记忆容量与此也密切相关(Nieuwenstein & Potter, 2006)，具体表现为工作记忆容量越大越不容易导致注意瞬脱(Colzato, Spape, Pannebakker & Hommel, 2008)，然而当记忆负荷严重时注意瞬脱就会表现的愈发明显(Akyurek, Hommel & Jolicoeur, 2007; Akyurek, Leszczynski & Anna, 2010)。不仅如此，许多研究也指出个体当前情绪状态的影响也不可小觑，当持续性注意过程中资源产生竞争时积极情绪更容易引起注意从而减小注意瞬脱(Olivers & Nieuwenhuis, 2005; Vermeulen, 2010)而负性情绪则容易诱发更大的注意瞬脱效应(MacLean, Arnell & Busseri, 2010; Smith, Most, Newsome & Zald, 2006)。也有研究表明处于高焦虑状态的个体也会表现出更明显的注意瞬脱现象(Van Dam, Earleywine & Altarriba, 2012)。

除了被试当前的状态属性，在研究过程中实验任务的设计和刺激材料的呈现与设置也会明显影响个体表现出的瞬脱效应大小。Arnell 和 Jolicoeur(1999)在相同的实验环境中通过操控相邻刺激之间的时间间隔(Stimulus Onset Asynchrony, 简称 SOA)发现，拉长 SOA 的同时由于干扰性减弱会导致注意瞬脱现象缓解。在前人研究基础之上归纳不难得出控制 SOA 和单个刺激呈现时间都可以影响注意瞬脱的结论。对刺激呈现时程的规律进行总结后可以得出：在瞬脱产生的时间窗口内，保持 SOA 固定不变时注意瞬脱效应随着刺激呈现时间延长而减小，而保持呈现时长固定不变时注意瞬脱效应会随 SOA 的增加而减小。除此之外也有研究指出在刺激材料的选取过程中，目标刺激与其前后呈现的分心干扰物的属性差异也会形成不同程度的瞬脱现象(Maki, Bussard, Lopez, & Digby, 2003)；而当两者同属一类时，刺激的语义概念也会影响注意瞬脱的大小 (Dux & Coltheart, 2005)。王凌云(2008)归纳得出，分心干扰物与目标刺激相似之处越多越容易使得个体产生注意瞬脱现象。就处于瞬脱窗口的目标刺激的属性而言，Choi 和 Chang 等人(2012)在传统研究范式之上进行修改，将 T2 的颜色进行突出标识后发现，后续目标在颜色属性的突出标识可以减弱注意瞬脱现象。随后 Luo 和 Zhao(2014)在 RSVP 范式中通过操控两目标之间颜色属性的一致性和类别属性的一致性发现，颜色属性和类别属性都会对注意瞬脱产生影响。不仅如此，增加 T2 刺激相同物理属性的强度也同样可以影响注意瞬脱效应(Joo & Chong, 2013; Landau & Bentin, 2008)。然而目标属性的改变不仅仅局限于在物理水平层面，也可以扩展到更具有生态学意义的通道属性进行探究，Oliver 和 Van der Burg (2008)发现当 T2 从视听通道同时呈现时也会减小注意瞬脱效应(Kranczioch & Thorne, 2015; Schneider, 2013)。类似的发现也存在于其他感觉层面，Robinson，Mattingley 和 Judith (2013)操控目标在视觉和嗅觉通道上的属性，结果发现个体对视嗅两通道同时呈现的目标识别能力提高，表明目标的通道属性同样可以影响注意瞬脱现象。韩盈盈和赵俊华(2013)总结指出：在 RSVP 范式中与任务无关的某些属性凸显的目标刺激会大量捕获注意并通过数据驱动加工引起注意在时间维度上的起伏。

当个体与外界环境进行信息交换时，人脑会对可以从多个感觉通道同时输入的信息感知更为敏锐(Chen, Pan, & Wang et al., 2016; Ernst & Bülthoff, 2004; Frassinetti et al., 2002; Frens et al., 1995)，并且个体为了能够更加准确地完成在复杂环境中的信息搜索任务，可以将来自不同感觉通道的信息汇集成一个连贯整体且有意义的表征

(Koelewijn, Bronkhorst, & Theeuwes, 2010)，这种用于处理不同感官系统之间信息的脑功能被称为多感觉整合(Multisensory Integration, 简称 MSI, Beauchamp et al., 2004; Lewkowicz & Ghazanfar, 2009; Talsma et al., 2010)，即将来自不同感觉通道的信息相互作用并整合为统一的、连贯的、稳定的和有意义的知觉过程(Ernst & Bülthoff, 2004; Jong et al., 2009; Spence, 2007; Stein & Stanford, 2008; Tang, Wu, & Shen, 2016; 文小辉等, 2009)。多感觉整合可以通过拟合来自各个通道的信息以减弱知觉系统的噪声同时降低知觉的阈限(Lovelace, Stein, & Wallace, 2003)，从而使得个体可以更好地知觉刺激信息, 从行为上表现来看个体会对同时涵盖多通道信息的判断更准确更快速(孙远路等人, 2011)。

Meredith、Nemitz 和 Stein(1987)指出在某种特定条件下会出现多种感觉抑制效应，即在单个或两个位置监测多个感觉通道信息的速度要慢于监控单个通道中信息的速度(Santangelo, Fagioli, & Macaluso, 2010)。然而目前整合领域的大量相关研究还是集中于对促进效应进行解释和深入探讨。多种感觉促进效应(Multisensory Performance Improvement Effects)，具体是指个体用一种信息源替换多种通道自洽的信息源从而减轻了因处理冗余信息导致的认知负荷现象，它对多感觉通道呈现的信息加工有促进作用，如冗余信号效应(Redundant Signal Effect, 简称 RSM, Miller, 1982)。对该效应的解释早期存在两种观点相左的假设模型(Miller, 1986)，单独激活模型(也称竞争模型,Race Model)认为多通道信息在相互分离的通道中进行加工，率先加工完成的通道会优先触发进而提高反应速度(Raab, 1962)。而共同激活模型(Co-activation Model)则认为源于多个通道的信息会在某个特定阶段被汇聚加工并融合为共通的知觉信息，使得刺激强度增加导致反应更高效(Giray & Ulrich, 1993; Gondan et al., 2005; Miller, 1982)。然而现实生活中由于接触信息的复杂性和不确定性，人脑的这种促进现象既有可能存在于不同通道间的信息也可能存在于相同通道内的不同信息间(Knill & Saunders, 2003; Van der Kooij et al., 1999)，所以很难去程式化地计算最佳的整合模式。后期就有研究学者提出了贝叶斯决策模型，它可以更优的诠释整合促进效应——人脑对环境刺激的感知具有目的性并且其加工处理过程都倾向于符合利益最大化原则(Ermst & Bulthoff, 2004; Yuille & Bulthoff, 1993;刘强, 张志杰, 王琪, 张庆林, 2008)。然而就理论延伸到现实生活的可行性而言，相比与其它多感觉整合形态，冗余信号效应这种知觉促进现象受到了更多科研人员的关注。

在日常生活中不难发现多感觉整合影响着个体的注意指向、集中程度和唤醒水平等，反之主动地控制注意也同样可以调节这种多种感觉整合的程度。无论是注意还是感觉整合都有助于控制信息的高效处理，并且都具有多阶段性和复杂性，二者之间的交互作用机制也同样错综复杂(彭姓, 常若松, 任桂琴, 王爱君, 唐晓雨, 2018)。多感觉整合不仅对注意资源有提高利用作用，同样违背原则的自主加工也会导致不利于个体注意的情况发生。从多感觉错觉层面来看，以几种最为常见的错觉现象为例 。MuGurk 效应是人类言语感知中的一种常见错觉现象，在现实生活中不难发现，现当看到的和听到的源信息存在冲突时人脑对视觉信息在某些特定条件下会干扰个体的听觉检测(罗霄骁, 康冠兰, 周晓林, 2018)，导致个体注意无法集中输入。腹语术效应则是一种视觉主导影响听觉检测的典型例子，受这种错觉现象的影响，会引起个体对听觉信息源的注意定向产生偏差(Kitagawa & Ichihara, 2002)。而双次闪光错觉则是一种听觉主导视觉的整合错觉现象，会导致注意优先加工听觉信息而对视觉信息加工产生偏差，不利于个体对视觉信息进行准确判断(于薇, 王爱君, 张明, 2017)。

虽然多感觉整合在某些条件下会使个体在知觉加工处理的进程中产生阻碍性的错觉，但是多数情况下仍对注意加工有着促进作用。从多种感觉促进现象来分析，以最为常见的视听整合促进现象为例。视听整合能够通过自上而下或自下而上的驱动方式对注意进行捕获提升注意的定向和搜索效率(Tang, Wu, & Shen, 2016)。Matusz 和 Eimer(2011)在空间线索靶子范式中操纵线索刺激的通道属性，结果发现视听觉线索可以捕获更多注意资源进而更精准地帮助个体对后续目标进行预测提升注意的定向，说明视听整合可以调节并影响注意的定向(Krause et al., 2012; Mahoney et al., 2012; Mast et al., 2015)。Van der Burg 等人(2008)在视听搜索范式的实验中操控目标的通道属性，结果发现目标刺激伴随与任务无关的声音刺激可以显著提升搜索速率，说明视听整合同样可以影响注意的搜索效率(Pluta et al., 2011; Van der Burg et al., 2011)。不单单存在于选择注意领域，视听整合同样可以影响持续性注意。有研究学者采用经典 RSVP 范式在 T2 出现的时候同步呈现声音刺激，结果发现视听觉 T2 对传统注意瞬脱现象起到了缓解的作用(Olivers & Van der Burg, 2008)，也说明了视听觉整合可以促进持续注意过程中的识别效率(Kranczioch & Thorne, 2013; Kranczioch & Thorne, 2015)。

多感觉整合可以在某些特定的条件下对个体的注意产生影响，同样大量研究也指出注意也会反作用于多感觉整合(Talsma & Woldorff, 2005)。主动调控注意并影响多感觉整合效应的方式大致可以分为两种，即通过注意空间指向性和通道选择性调节多感觉整合的促进强度(Tang, Wu, & Shen, 2016)。Spence(2001)研究发现当主动分配注意在空间辨别任务中时，被试对于倾注注意的位置上的视听目标判断更迅速，表明基于空间的主动注意可以影响多感觉整合现象(Fairhall & Macaluso, 2009; Li, Wu, & Touge, 2010)；而当注意集中到特定的通道时，对该通道信息的知觉也增强了 。Talsma，Doty 和 Woldorff (2007)在实验中发现当被试将注意转向视听通道时对视听刺激的反应比单独注意某通道刺激下检测的更加精准，这表明了控制注意通道同样可以影响多感觉整合。Wilschut, Theeuwes 和 Olivers (2011)随后也归纳指出在注意的认知加工水平层面上, 注意系统主要由定向(空间维度)和通道选择(通道维度)两大成分构成。在后续实践研究也陆续发现，注意不仅能指向空间位置, 还能指向某种感觉通道(Talsma & Durk, 2015)。基于注意的通道选择性，于薇等人(2017)采用声音诱发闪光错觉范式探究不同注意分配方式对声音诱发闪光错觉的影响，研究结果表明注意指向不同通道会影响整合的效应进而对闪光错觉产生影响。Tang 等人(2019)采用空间线索靶子范式探究注意指向不同通道条件下对视听目标的空间定向能力的影响，实验结果显示，相比于只注意视觉通道当注意双通道时视听目标产生的返回抑制量降低说明当前视听整合能力更强，也表明对注意的通道控制可以调节视听整合量进而影响注意现象(顾吉有, 2016; 唐晓雨, 孙佳影, 彭姓, 2020)。由此可见控制通道注意可以调节多感觉整合进而影响注意现象已经在注意定向和辨别层面得以证实。总结而言，个体可以通过主动控制注意在某些特定的条件下反过来影响多感觉整合的效果。

先前已有研究证实了视听整合可以促进选择性注意在空间维度(注意定向)的表现 (Krause et al., 2012; Mast et al., 2015; Matusz & Eimer, 2011)，但是关于视听整合对分配性注意在时间维度(注意瞬脱)的表现的探索却有较大留白。尽管 Oliver 和 Van der Burg (2008)在研究中已对两者进行了探究，他们采用 RSVP 范式通过操控声音呈现位置，发现当声音与视觉目标同步呈现可以减弱注意瞬脱的发生并把这种现象归结于视听增强。但上述的实验研究都只考虑到了视听目标可能会引起感觉整合并捕获更

多的注意，而忽略了刺激的凸显性同样会对注意捕获的起到促进作用。有关研究指出在某一维度足够独特显著的刺激（Singleton, 也称独子）可以显著捕获个体的注意(Becker & Horstmann, 2011; Theeuwes, 2013)，并且这种捕获现象不仅仅存在于是视觉层面的物理属性，如刺激的颜色(Choi & Chang, 2012)或刺激的形状(Luo & Zhao, 2014)，也同样会存在于刺激信息的通道属性。Vroomen 和 De Gelder(2000)也在连续视觉搜索短序列中添加不同的同步声音刺激，发现当听觉通道存在新异凸显的特征独子时，该听觉刺激可以促进对短序列中视觉目标的识别，说明了在听觉层面凸显的特征独子可以显著地捕获注意。由此可见上述的研究探究视听整合对注意瞬脱的影响研究并没有严格地控制刺激听觉通道属性的新异性，并不能充分地说明同步的声音促进视觉搜索是视听整合增强导致。那么在探索视觉注意瞬脱的研究中，与瞬脱窗口内 T2 同步的听觉刺激捕获注意是否纯粹是由于视听整合引起的？如果可以排除上述因素说明瞬脱减小得确是由视听整合引起的，那么这种瞬脱减小的现象又是否会受到视听整合的大小影响呢？因此本研究通过两个实验来探索视听整合对注意瞬脱的影响。实验 1 采用传统的 RSVP 范式，在此基础上通过操控呈现刺激的通道属性，试图在排除声音凸显性因素后更充分地考察视听整合是否可以对视觉注意瞬脱现象产生影响，并且希望在本实验中可以重复出前人在相同条件下出现类似实验现象。实验 2 则在实验 1 基础之上通过增加听觉通道任务，控制注意分配通道，探索不同整合强度对注意瞬脱现象的影响。基于上述先前研究结果，在本研究能够观察到传统的注意瞬脱现象，并且视听整合可以减小注意瞬脱效应，且这种减缓现象与声音是否凸显无关。与此同时在实验 2 中，预期随着将注意分配到双通道会引起整合能力增强，视听整合对注意瞬脱的减缓作用也会随之增强。

2 实验 1:视觉集中注意下视听整合对注意瞬脱的影响

2.1 方法

（1） 被试

根据样本量和统计检验力采用计算软件 G-Power3.1 计算得出实验一所需被试为 28 名，本实验最终招募的被试均为**大学的 40 名在校本科生或研究生，其年龄范围介于 19~28 岁之间，所有被试的听力和视力正常或者矫正后的视力听力正常、习惯用手均为右利手、身体状况良好、无脑部损伤和精神疾病史并且在此之前均未参加过类似的心理学实验，实验完成后给予被试适量的报酬。由于本实验试图探究视觉集中注意下下视听整合对注意瞬脱的影响，故将其中 4 名无注意瞬脱现象的被试进行剔除后进行分析。最终参与数据分析的有效被试人数为 36 人(其中男生 18 名，女生 24 名)，平均年龄为 20.83±2.01 岁。

（2） 实验仪器和材料

本实验中的所有视觉刺激均呈现在 Dell-E2316Hf 19 英寸的显示器上，其屏幕的分辨率为 1280x1024，刷新率为 60Hz，实验的过程中要求被试的双眼距离屏幕中央位置约为 80cm。实验中所有的视觉刺激均呈现在灰色背景(RGB:192,192,192)屏幕上，本实验程序的编写、呈现和数据归纳记录在 E-prime1.1 中操作并完成，并运行于 Microsoft Windows7 的系统环境中。实验材料的视觉刺激参考 Olivers 和 Van der Burg (2008)的实验材料均呈现在屏幕正中央，中央注视点(0.29°×0.29°)、目标刺激和干扰刺激均根据掩蔽刺激框(0.86°×0.86°)线条采用绘图软件 Adobe Illustrator CC 2014 制

作而成，听觉声音材料采用声音制作软件 Adobe Audition 3.0 制作而成，刺激为 75dB 的正弦波生成的纯音(1259HZ)，持续时间 50ms 与视觉刺激同步呈现，声音通过放置在显示器屏幕后中央的外置扬声器(PHILIPS SPA311)播放，根据被试口头报告，能够明确地判断出该声音是从正中央的位置发出。

（3） 实验设计和实验流程

本实验采用 3(声音条件：无声音 vs. 单音 T2 vs. 全程伴随)×3(位置滞后条件：Lag1 vs.Lag2 vs.Lag5)被试内实验设计。在实验过程中条件总共为 9 种，分别无声音 Lag1、无声音 Lag2、无声音 Lag5、单音 Lag1、单音 Lag2、单音 Lag5、全音 Lag1、全音 Lag2 和全音 Lag5。每个条件下有 48 个试次，总共 432 个试次。在实验的过程当中通过随机化的区组设计中试次随机呈现，区组呈现的顺序在被试间进行平衡，并且所有的条件都进行了随机化。

正式实验流程如图 1 所示，在每一个试次正式开始后，首先会在屏幕正中央呈现一个 1000ms 的十字注视点，要求被试眼睛盯住该注视点，随后会接连快速呈现由 23 个元素组成的刺激流，每个元素的组成包括四个屏(刺激呈现 67ms+空白屏 33ms+掩蔽刺激 50ms+空白屏 100ms)。每个刺激呈现后 250ms 会出现下一个刺激，整个 RSVP 刺激流呈现之后屏幕中央会呈现两个问题(Q1:你看到的第一个字母是什么？并在键盘输入对应按键；Q2:你看到的第二个字母是什么？并在键盘输入对应按键)，要求被试对屏幕呈现的问题作出按键反应，此过程不要求快速反应，并记录被试的反应正确率。与视觉刺激同步的声音刺激会随机呈现，在实验过程当中要求被试忽略声音。在实验开始前，被试坐在电脑前调整下巴固定器和升降桌使目光与电脑屏幕中央持平，实验开始前将打印好的统一被试指导语发放给被试浏览。进入练习阶段，共有 36 次包含实验的每一种水平条件(随机呈现)。主试在练习阶段中陪同被试完成练习实验，以确保被试可以清晰了解并正确完成实验任务。整个实验时长大致约为 90 分钟(包含练习和休息时间)。

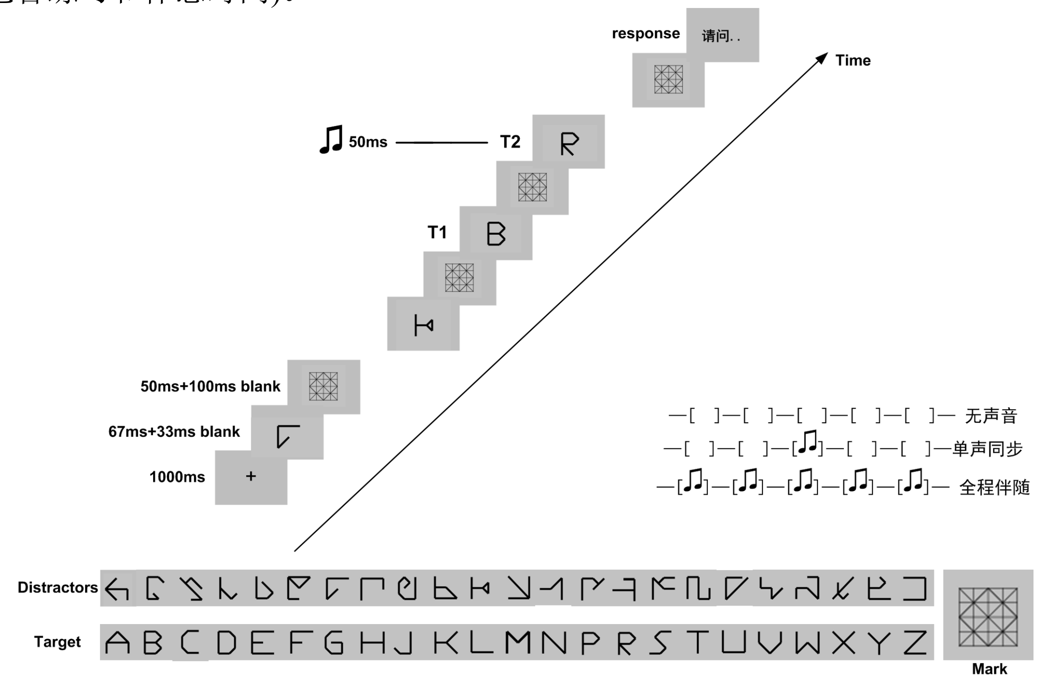


图 1 实验 1 流程图

（注：无声音条件下，每一个试次单纯只呈现视觉刺激不包含听觉刺激；单声同步条件下，每一个试次在呈现视觉刺激的基础上当第二个目标呈现时同步一个听觉刺激；全程伴随条件下，每一个试次在呈现每个视觉刺激时都同步一个听觉刺激。）

（4） 数据分析

本实验采用 E-prime1.1 和 Microsoft Office Excel 专业增强版 2016 软件对实验数据进行整理和分析，并将采用 IBM SPSS Statistics 21 和 JASP 0.11.1.0 软件对有效数据进行统计学分析和检验。

数据分析有两个因变量：T1 正确率(判断第一个目标是否正确的概率)和 T2/T1 正确率(以第一个目标判断正确为前提再判断第二个目标是否正确的概率)。计算 T1 、T2/T1 正确率之后进行进一步分析。首先以 T1 为因变量进行单因素方差分析(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步 vs.全程伴随声音)——分析声音条件主效应是否显著并比较三个条件之间的差异显著性。以 T2/T1 为因变量进行 3(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步 vs.全程伴随声音)×3(位置滞后条件：Lag1 vs.Lag2 vs.Lag5)两因素重复测量方差分析——分析声音条件主效应和位置条件主效应以及两因素之间的交互作用是否显著，并随后通过简单效应分析比较不同声音控制条件之间的差异显著性。根据 Martens 和 Wyble(2010)指出的衡量 AB(不同时间窗之间正确率差异)的指标,对不同声音条件下产生的相应 AB 量进行单因素方差分析并比较差异量。

2.2 结果与分析

T1 总体正确率为 88.64 %，对 T1 正确率进行单因素方差分析(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步 vs.全程伴随声音)方差分析。结果发现，声音的效应不显著 $F(2, 105)=0.59$，$p=0.55$，$\eta_p^2=0.01$，换而言之与 T1 无关的声音刺激并不会影响被试对第一个任务的判断准确率。

T2/T1 总体正确率为 88.29%，对 T2/T1 正确率进行 3(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步 vs.全程伴随声音)×3(位置滞后条件：Lag1vs.Lag2 vs.Lag5)的两因素重复测量方差分析(见图 2)。结果发现：声音条件主效应显著，$F(2, 70)=12.70$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.27$，表明不同声音条件下会影响个体对 T2 判断的正确率(即注意瞬脱现象)，并通过进一步的成对比较发现——无声音条件下 T2/T1 的正确率(85.35%)显著小于单音 T2 同步条件下 T2/T1 的正确率(90.59%)和全程伴随声音条件 T2/T1 的正确率(88.92%)，说明当与 T2 同时呈现一个声音刺激(相对于没有声音)时被试对 T2 识别的正确率提升，注意瞬脱现象得到了缓解。

位置条件主效应显著，$F(1.181, 41.350)=40.73$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.54$，表明 T2 到 T1 不同的滞后位置条件会影响个体对 T2 判断的正确率，并通过进一步的成对比较发现——Lag5 条件下 T2/T1 的正确率(95.21%)显著高于 Lag2 条件下 T2/T1 的正确率(91.98%)和 Lag1 条件下 T2/T1 的正确率(77.67%)，也说明了在本实验中被试产生了经典的注意瞬脱现象——在 RSVP 范式中对 T2 判断的正确率会随着与 T1 距离的增加而提高。

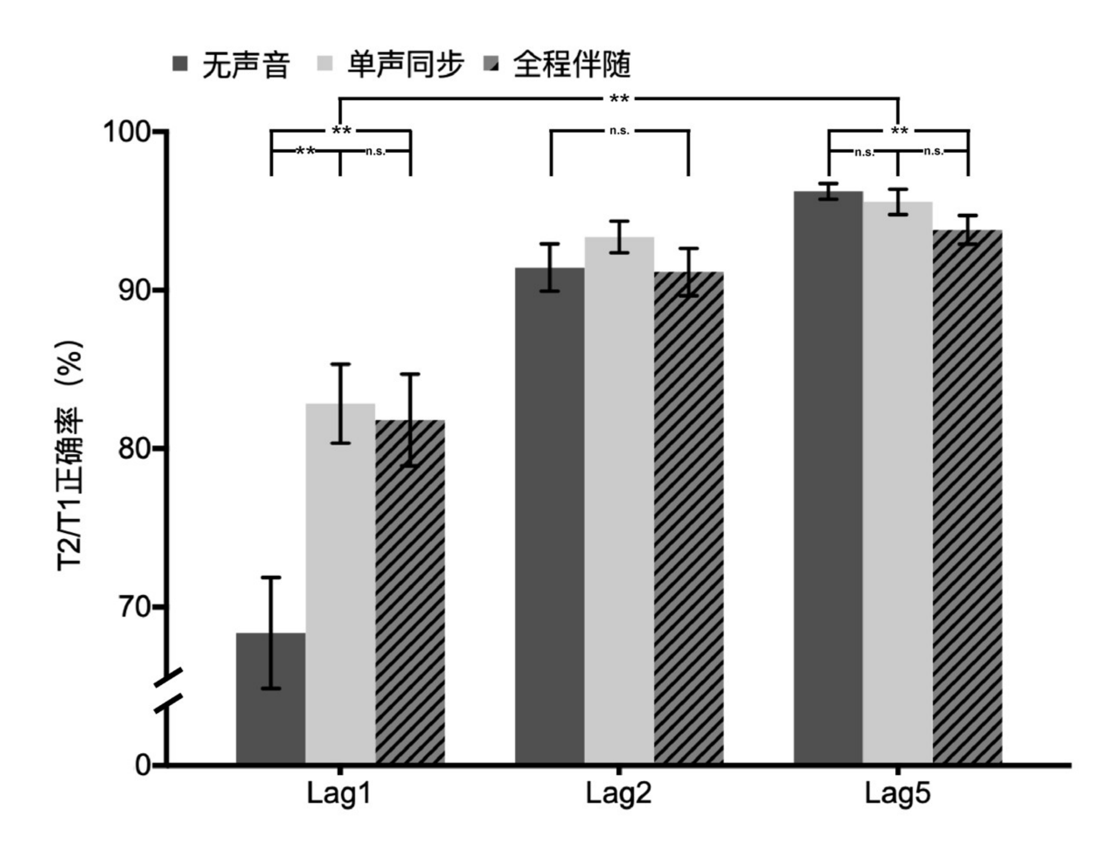


图 2 实验 1 中不同条件下 T2/T1 的正确率和标准误

（注："ns"表示 $p>0.05$, "*"表示 $p<0.05$, ""表示 $p<0.01$）**

声音和位置交互作用显著，$F(2.812, 98.425)=23.98$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.41$, 说明 T2 呈现同步的声音和 T2 滞后 T1 的位置距离两因素会分别影响被试对 T2 判断的正确率，通过进一步简单效应分析结果发现，当 T2 位置处于 Lag1 时声音的效应显著，$F(2, 70)=29.89$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.46$，具体表现为无声音条件下 T2/T1 的正确率(68.37%)显著小于另外两个声音条件下的正确率(82.84%、81.81%)并且后两者之间差异不显著说明在 Lag1 条件下当声音同步 T2 出现时会提升个体对其判断正确率并且与这种现象与该声音是否凸显无关；当 T2 处于 Lag2 时声音的效应不显著，$F(2, 70)=1.36$，$p=0.26$，$\eta_p^2=0.04$，具体表现为三种声音条件下 T2/T1 的正确率没有显著差异，说明在 Lag2 条件下声音条件对 T2 识别正确率没有统计学上的显著影响；当 T2 处于 Lag5 时声音的效应显著，$F(2, 70)=3.98$，$p=0.02$，$\eta_p^2=0.09$，具体表现为全程伴随声音条件下的 T2/T1 正确率(93.81%)要显著低于无声音条件下 T2/T1 的正确率(96.24%)，说明在 Lag5 条件下非凸显的同步 T2 声音刺激会干扰被试对 T2 识别的正确率。

最后以瞬脱节点前后时间窗口 T1 和 T2/T1 正确率差异量(衡量 AB 大小)为因变量，不同声音条件为自变量进行单因素方差分析(如图 3)。结果发现，声音条件主效应显著，$F(2, 105)=9.71$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.16$，表明在选择性注意条件下声音的不同会导致个体注意瞬脱产生差异，通过进一步多重比较发现无声音条件引起的 AB 要显著高于另外两个声音条件并且后两者差异不显著。简而言之，说明了当声音(不论这个声音是否凸显)同步 T2 出现时会在瞬脱窗口内减小个体的注意瞬脱现象。

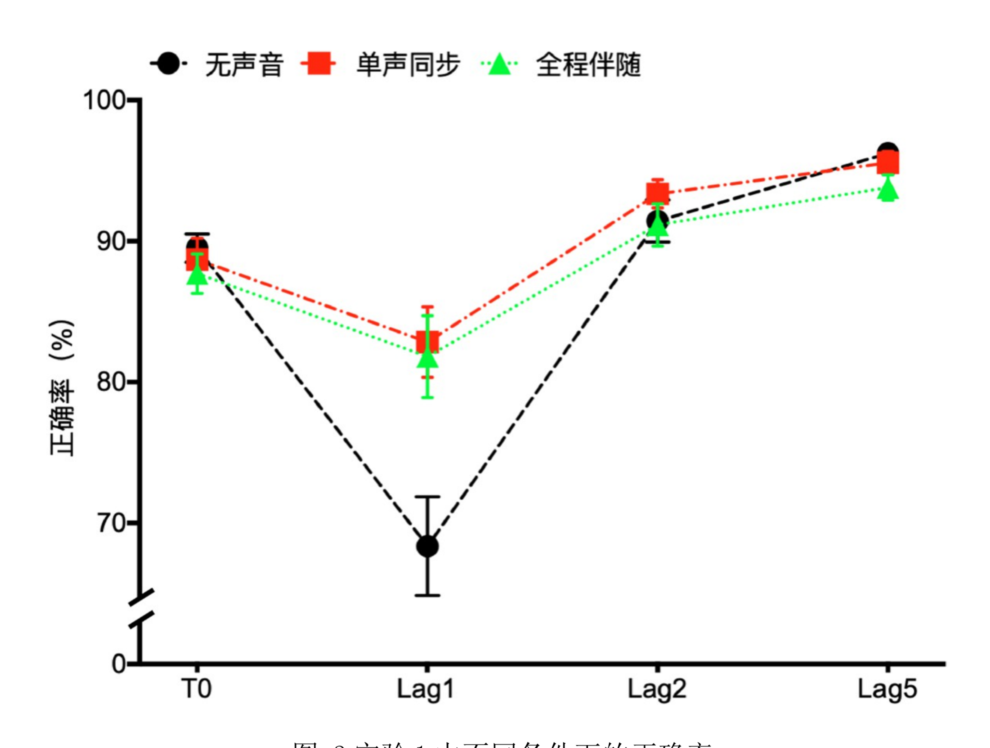


图 3实验1中不同条件下的正确率

（注：“T0”表示 Lag=0，即同等声音条件下 T1 的正确率）

3 实验 2:视听分配注意下视听整合对注意瞬脱的影响

根据实验 1 的结果分析发现，视觉刺激和与任务无关的听觉信息两者引起的视听整合的确是影响注意瞬脱的因素，那么视听整合的设置和调控应该会成为未来研究注意瞬脱局限性研究中的一个控制因素，这样能有效地提升个体在瞬脱窗口的盲视现象，使得该现象得到更好的缓解和控制。那么如何最大限度地利用视听整合功能去降低甚至是消除注意瞬脱现象呢？换而言之，视听整合的强度差异又是否会对注意瞬脱造成不同程度的影响呢？

Mudrik，Faivre 和 Koch(2014)指出大部分有意义的感觉整合现象是需要意识进行参与的，也有研究指出无意识下的整合容易造成错误知觉，而当倾注注意引起意识就会导致错觉现象消失(Pamer & Ramsey, 2012)。Mittag 等人(2013)指出将注意分配于多通道可以冗余效应增强，以往研究也发现在分配性注意下可以增强视听整合使得视听觉目标在视觉任务中更容易被知觉(Van der Burg, et al., 2011)。既然视听整合可以减小注意瞬脱现象，那么是否可以通过控制注意通道的分配增大这种整合能力进一步减弱注意瞬脱呢？偏向竞争模型(Biased Competition Model)也提出注意偏向会增强对所选定的信息的感觉神经反应的理论假设(Mishra, Bavelier, & Gazzaley, 2012)，那么将注意分配到双通道，在理论上是可以进一步提升整合对瞬脱的影响的。因此本研究设计了第二个实验，通过在听觉通道增添实验任务，将被试的注意分配到视听觉双通道中，考察该情况下的增大视听整合的强度是否可以更高效地减小注意瞬脱现象。

3.1 方法

（1） 被试

根据样本量和统计检验力采用软件 G-Power3.1 计算得出实验一所需被试为 36 名，本实验最终招募的被试为**大学的 39 名在校本科生或研究生，其年龄介于 19~28 岁之间，所有被试的听力视力正常或者矫正后视力听力正常、习惯手均为右利手、身体状况良好无脑损伤和精神疾病史并且之前均未参加过类似实验，实验完成后给予被试适量的报酬。由于本实验试图探究视听分散注意下视听整合对注意瞬脱的影响，故将其中 3 名无注意瞬脱现象的被试进行剔除后分析。最终参与数据分析的有效被试人数为 36 人(其中男生 12 名，女生 24 名)，平均年龄为 20.75±2.61 岁。

（2） 实验仪器和材料

实验仪器与实验 1 相同，实验材料也沿用了实验 1 的视觉听觉刺激，除了以下几点与实验 1 有所不同。在实验 2 中多添加了一种声音，该声音材料为 75dB 的正弦波生成的纯音(300HZ)，持续 50ms 与视觉刺激同步呈现，声音通过放置在显示器屏幕后中央的外置扬声器(PHILIPS SPA311)播放，根据被试口头报告，能够明确地判断出该声音是从正中央的位置发出。将沿用实验 1 的声音刺激定义为高音，并将新加入实验 2 的声音刺激定义为低音。

（3） 实验设计和实验流程

本实验采用 2(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步)×3(位置滞后条件：Lag1 vs.Lag2 vs.Lag5)的被试内实验设计。在实验过程中试次总共是 6 种，分别无声音 Lag1、无声音 Lag2、无声音 Lag5、单音 Lag1、单音 Lag2 和单音 Lag5。每个条件下有 48

个试次，总共 288 个试次。在实验的过程当中每个条件完全随机呈现，并且所有的条件都进行了随机化。

正式实验流程如图 4 所示，在每一个试次正式开始后，首先在屏幕正中央会呈现一个 1000ms 的十字注视点，要求被试眼睛盯住该注视点，随后会接连快速呈现由 23 个元素组成的刺激流，每个元素的组成包括四个屏(刺激呈现 67ms+空白屏 33ms+掩蔽刺激 50ms+空白屏 100ms)。每个刺激呈现后 250ms 会出现下一个刺激，整个 RSVP 刺激流呈现之后屏幕中央会呈现三个问题(Q1:你看到的第一个字母是什么？并在键盘输入对应按键；Q2:你看到的第二个字母是什么？并在键盘输入对应按键；；Q3:判断你听到的声音？高音按 1 键 低音按 0 键 无声音按 9 键)，要求被试对屏幕呈现的问题作出按键反应，此过程不要求快速反应，并记录被试的反应正确率。与视觉刺激同步呈现的声音刺激会随机出现，在实验过程当中要求被试注意声音的高低。在实验开始前，被试坐在电脑前调整下巴固定器和升降桌使目光与电脑屏幕中央持平，实验开始前将打印好的统一被试指导语发放给被试浏览。进入练习阶段，共有 24 次包含实验的每一种水平条件(随机呈现)。主试在练习阶段中陪同被试完成练习实验，以确保被试可以清晰了解并正确完成实验任务。整个实验时长大致约为 60 分钟(包含练习和休息时间)。

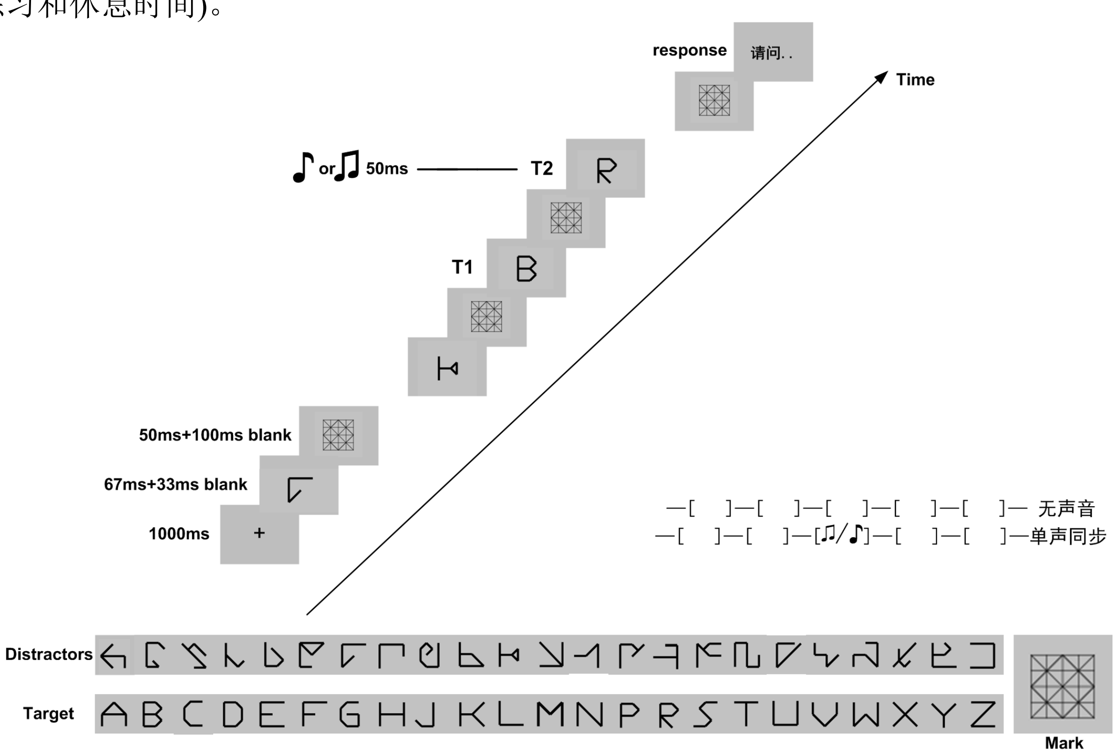


图 4 实验 2 流程图

（注：无声音条件，每一个试次单纯只呈现视觉刺激不包含听觉刺激；单声同步条件，每一个试次在呈现视觉刺激的基础上当第二个目标呈现时同步一个听觉刺激。）

（4） 数据分析

本实验采用 E-prime1.1 和 Microsoft Office Excel 专业增强版 2016 软件对实验数据进行整理和分析，并将采用 IBM SPSS Statistics 21 和 JASP 0.11.1.0 软件对有效数据进行统计学分析和检验。

首先对数据结果进行预处理，利用判断声音 Q3 的正确率剔除未能正确关注听

觉通道任务的试次。同实验 1，数据分析有两个因变量： T1 正确率(判断第一个目标是否正确的概率)和 T2/T1 正确率(以第一个目标判断正确为前提再判断第二个目标是否正确的概率)。计算 T1、T2/T1 正确率进行进一步分析。以 T1 为因变量进行独立样本 *t* 检验：(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步)——分析不同声音条件是否显著。以 T2/T1 为因变量进行 2(声音条件：无声音 vs 单音 T2 同步)×3(位置滞后条件：Lag1 vs.Lag2 vs.Lag5)两因素重复测量方差分析——分析声音条件主效应和位置条件主效应以及两因素之间的交互作用是否显著，并通过简单效应分析比较不同条件之间的差异显著性。根据 Martens 和 Wyble(2010)指出的衡量 AB(不同时间窗之间正确率差异)的指标,对不同声音条件下产生的相应 AB 量进行单因素方差分析比较差异量。

最后与实验一采用相同的分析方法后对结果进行对比，探究视觉集中和视听分散注意下视听整合对注意瞬脱现象影响的差异，为防止数据稳定性造成影响在两实验采取 *t* 检验之后再进行一步贝叶斯检验(Krusche & Liddell, 2017; 胡传鹏等人, 2018; 吕小康, 2012)。

3.2 结果与分析

首先根据 Q3 问题的反馈计算得出听觉判断任务正确率为 96.36%。对 T1 正确率进行配对样本 *t* 检验(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步)分析。结果发现，无声音条件和单音同步 T2 条件之间差异不显著 $t\,(35) = 0.10$，p=0.92，*Cohen's d* =0.02，具体表现为无声音条件下 T1 的正确率(88.75%)和单声同步 T2 条件下的正确率(88.67%)在统计学检验上没有显著差异，说明与 T1 无关的声音刺激并不会影响被试对一个任务的判断准确率。

对 T2/T1 正确率进行 2(声音条件：无声音 vs.单音 T2 同步)×3(位置滞后条件：Lag1 vs.Lag2 vs.Lag5)两因素重复测量方差分析(如图 5)。结果发现，声音条件主效应显著，$F(1, 35)$=12.06，p<0.001， η_p^2=0.26，表明不同声音条件下会影响个体对 T2 识别判断的正确率(即注意瞬脱现象)，并通过进一步的成对比较发现——单音同步 T2 条件下的正确率(90.17%)要显著高于无声音条件下的正确率(82.93%)，说明当与 T2 同时呈现一个声音刺激(相对于没有声音)时被试对 T2 识别的正确率提升，注意瞬脱现象得到了缓解。位置条件主效应显著， $F(1.645, 57.560)$=29.37，p<0.001， η_p^2=0.46，表明表明 T2 到 T1 不同的滞后位置条件会影响个体对 T2 判断的正确率，并通过进一步的成对比较发现——Lag1 条件的正确率(78.65%)显著低于 Lag2 条件(88.87%)和 Lag5 条件(92.21%)，说明在本实验中被试产生了经典的注意瞬脱现象——在 RSVP 范式中对 T2 判断的正确率会随着与 T1 距离的增加而提高。

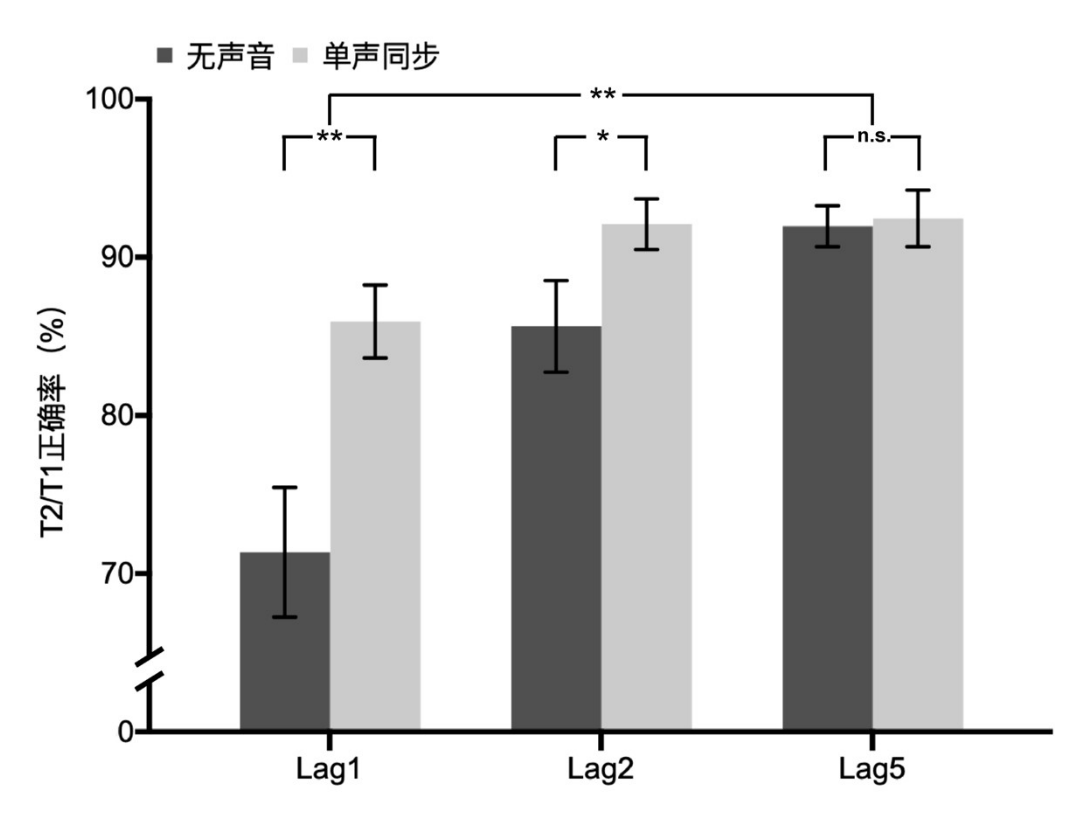


图 5 实验 2 中不同条件下 T2/T1 的正确率和标准误

（注：“n.s.”表示 $p>0.05$, “*”表示 $p<0.05$, “”表示 $p<0.01$）**

声音和位置交互作用显著，$F(1.678, 58.745)=11.52$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.25$，说明 T2 呈现同步的声音和 T2 滞后 T1 的位置距离两因素会交互着影响被试对 T2 识别判断的正确率，并通过进行进一步简单效应分析结果发现，当 T2 位置处于 Lag1 时声音的效应显著，$F(1, 35)=15.78$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.31$，具体表现为无声音条件正确率(71.36%)显著小于单音 T2 同步条件下的正确率(85.94%)，说明在 Lag1 条件下当声音同步 T2 出现时会提升个体对其判断正确率；当 T2 处于 Lag2 时声音的效应显著，$F(1, 35)=7.37$，$p=0.01$，$\eta_p^2=0.18$，具体表现为单音 T2 同步下的正确率(92.10%)要显著高于无声音条件的正确率(85.94%)，说明同样在 Lag2 条件下当声音同步 T2 出现时也会显著提升个体对其判断正确率；当 T2 处于 Lag5 时声音的效应不显著，$F(1, 35)=0.10$，$p=0.75$，$\eta_p^2=0.00$，具体表现为两种声音条件下的正确率差异不显著，说明在 Lag5 条件下时与 T2 是否同步呈现声音并不会影响 T2 的判断正确率。

同样如实验 1，以瞬脱节点前后时间窗口 T1 和 Lag 处 T2/T1 正确率差异量(衡量 AB 大小)为因变量，不同声音条件为自变量进行配对样本 *t* 检验(如图 6)。结果发现，在分配性注意条件下声音条件的不同会导致个体注意瞬脱产生差异，$t(1,35)=4.13$，$p<0.001$，*Cohen's d* =0.69, 95%CI=[7.46, 21.86]。简而言之，说明了当声音同步 T2 出现时会在瞬脱窗口内缓解个体的注意瞬脱现象。

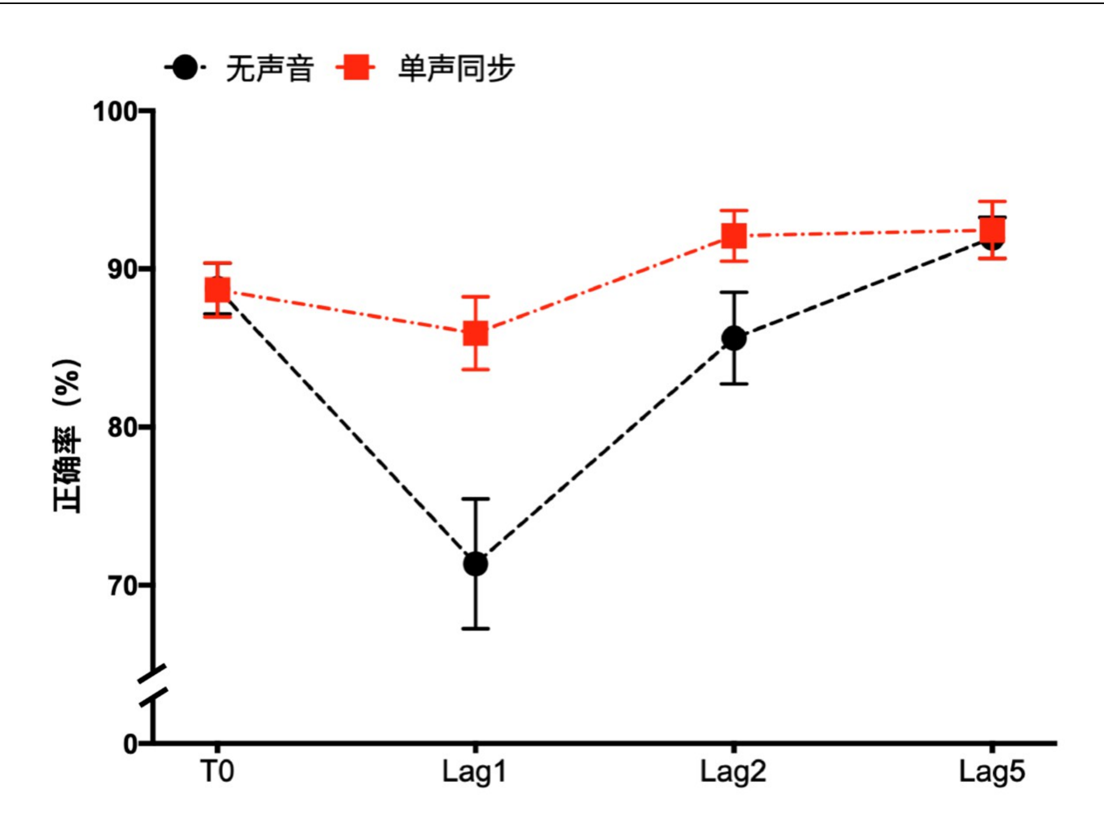


图 6 实验 2 中不同条件下的正确率

（注：“T0”表示 Lag=0，即同等声音条件下 T1 的正确率）

对于实验一和实验二中不同条件下的处于瞬脱窗口的 T2/T1(Lag 1)和 T1 正确率分别进行分析后比较发现(如图 7)：在实验一中 T1 和 Lag1 处 T2/T1 进行配对样本 *t* 检验发现，$t(1,35)=2.55$， $p=0.02$，*Cohen's d*=0.43，95%CI=[1.20, 10.52]，说明在单音同步 T2 的条件下忽略声音时注意瞬脱现象减小但是并没有消失。为排除由于个体差异或数据不稳定等因素进行进一步贝叶斯检验分析发现，BF10≈3.0，更加严谨地说明两组数据是存在显著差异的。而对于实验二的数据也采用同样的分析方法对 T1 和 Lag1 处 T2/T1 进行配对样本 *t* 检验发现，$t(1,35)=1.643$，$p=0.11$，*Cohen's d* =0.27，说明在单音同步 T2 的条件下选择注意声音时注意瞬脱消失。

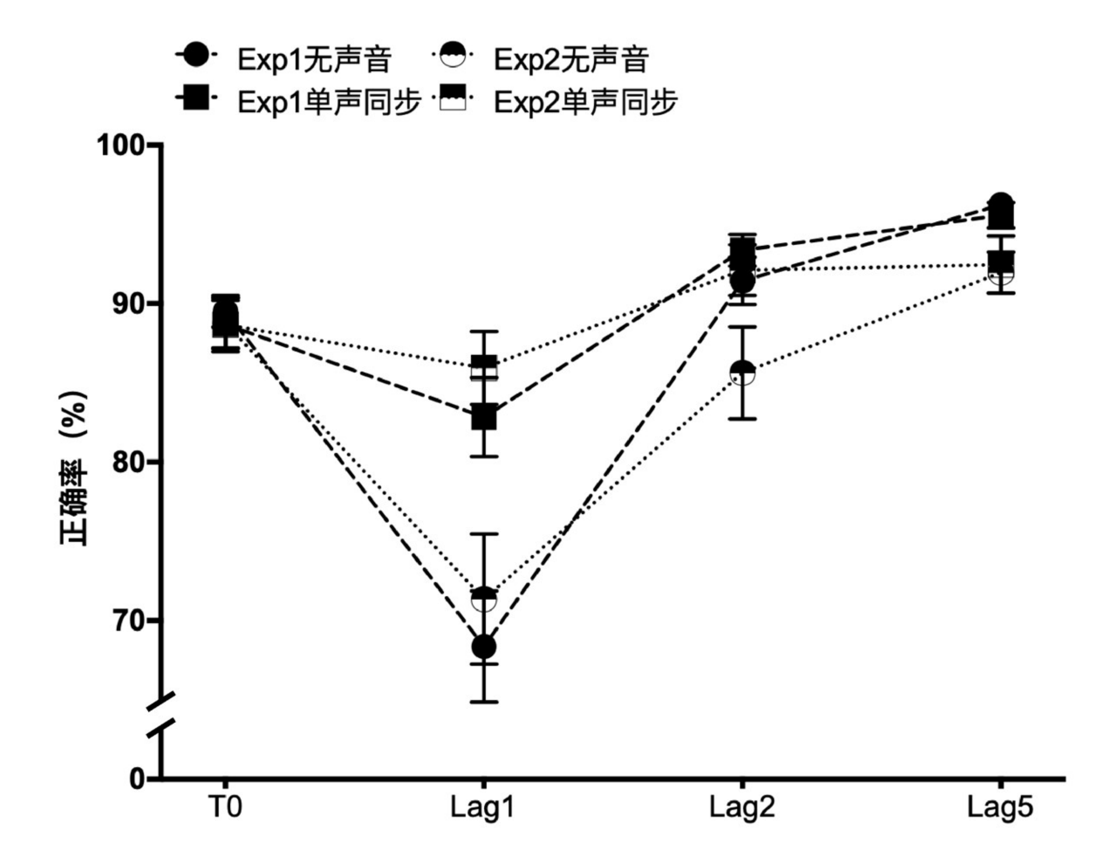


图 7 实验 1 和实验 2 在无声音和单音同步条件下的正确率

（注："T0"表示 Lag=0，即同等声音条件下 T1 的正确率）

4 讨论

本研究利用两个实验考察了视听整合对注意瞬脱效应的影响，并通过控制被试注意的分配和指向，找到了更显著有助于缓解注意瞬脱的方法。在实验 1 和实验 2 中均采用经典的 RSVP 范式，控制刺激流中呈现信息的通道，并要求被试根据指导语准确完成目标识别任务。实验 1 的研究结果表明在排除了声音凸显可能作为模糊整合效果这一影响因素后更严谨地指出视听整合可以减小注意瞬脱现象，主要表现为当需要判断的第二个目标同步一个声音刺激时，原本瞬脱引起的判断正确率降低会显著提高，并且同时在每一屏视觉刺激都同步声音时也会出现同样的现象。并且根据注意和多感觉整合间存在多种交互影响(Tang, Wu, & Shen, 2016)和偏向竞争模型(Mishra, Bavelier, & Gazzaley, 2012)，实验 2 采用操控注意的集中或分散状态，在实验 1 的基础上在听觉通道增加任务，结果发现当主动加工听觉通道信息时视听整合效应增强可以更明显地减小注意瞬脱现象，并且对前后两个目标判断的正确率之间已经没有统计学上的显著差异，即当将注意分配到视听两通道时视听整合调节效应增加可以更显著地减小这种在连续注意中的局限性现象。

通过实验 1 的数据分析结果，我们首先发现了在无声音条件下出现了传统的视觉注意瞬脱现象，即当 T2 呈现的位置处于 T1 之后 250ms 的时间窗口内时，被试对于 T2 的识别判断正确率出现显著降低，这与先前大量的有关视觉注意瞬脱领域的实验结果相似(Chen & Wang, 2012; Dux & Marois, 2009; Stein, Peelen, Funk & Seidl, 2010)。在单音同步 T2 的条件下也观测到了与类似先前研究设定的实验现象，即在原本会发生瞬脱的时间窗口内，当 T2 呈现时同步一个声音刺激可以使对其的正确率识别上升(Kranczioch & Thorne, 2015; Olivers & Van der Burg, 2008; Yasuhiro, Jiro, & Katsumi, 2014)。由于刺激通道属性的新异性也可能会引起注意捕获(Robinson, Mattingley, & Judith , 2013)，故本研究在前人基础之上设计了全程伴随声音的条件，结果发现全程伴随声音条件和单音同步 T2 条件下个体在原本瞬脱窗口内对视听目标识别的准确率都显著高于无声音条件，并且两者没有显著差异。由此可以说明无论声音刺激是否凸显，当它与视觉刺激同步时都会提升视觉目标的识别效率，即更充分地表明了视听整合的确会影响注意瞬脱现象。也更加充分地验证了视听整合可以增强感觉刺激的显著性(Stein et al., 1996)，引起了自下而上的刺激驱动加工(Matusz, & Eimer, 2011)，在注意资源相对不充足的条件下也可以捕获注意，从而缓解注意瞬脱带来的识别目标效率降低现象。值得注意的是，在本实验中 Lag1 与 Lag5 两个位置条件下在无声音和全程伴随两种声音模式出现相反的正确率变化。这可能是由于任务的设置导致的，相比于无声音条件对于全程伴随条件而言，在 Lag1 处由于视听整合效应的产生导致其正确率升高与先前研究和理论解释一致(Olivers & Van der Burg, 2008; Yasuhiro, Jiro, & Katsumi, 2014)；而在 Lag5 位置上表现出的反转，则可能两目标之间随着位置增加中间呈现的分心物干扰效应增加(张明, 王凌云, 2009)，导致被试对 T2 之前同样形成了整合的元素也加剧了注意投入导致对后续目标识别能力降低。同样在实验 2 中，经过数据统计分析后也发现了在无声音条件下出现了传统的注意瞬脱现象。并且在视听分散注意控制下单音同步 T2 的条件中也出现了被试对瞬脱窗口的 T2 视听目标识别正确率上升的现象,并且对于前后两个目标的识别正确率进行不存在统计学上的显著差异，说明当注意分散在视听通道时视听整合对注意瞬脱调节的作用也随之增强。同样先前许多研究也表明视听整合与注意两者之间存在着相互作用(Talsma,

Senkowski, Soto-Faraco, & Woldorff, 2010)，实验 2 结果同样支持了并丰富了两者错综复杂的交互加工机制，也同样证实了整合不仅仅会影响选择性注意而且在分配性注意研究也同样适用。在 RSVP 范式中快速大量呈现的刺激导致了刺激与刺激之间形成了较高的竞争水平，而当这种竞争关系较强时注意就会影响视听整合 (Van Ee, Van Boxtel, Parker, & Alais, 2009)。而以往关于视听双通道注意的研究结论，当同时具有视觉和听觉属性的目标出现时会形成视听整合进而增大判断目标的感知觉显著性，使视觉判断任务中的该目标变得更加突出(Van der Burg et al., 2011)。所以当注意被分配到双通道时视听目标引起的整合增大，在实验中表现出瞬脱显著减小以至于消失。不仅如此，从注意瞬脱相关理论的角度论述本实验的结果也验证了在注意处于分散状态下个体在瞬脱窗口任务识别正确率未降反升的现象(Dale & Arnell, 2010)。实验的结果对注意瞬脱的理论解释同样有着寓意作用,虽然注意瞬脱属于一种易变的注意现象(Müsch et al., 2012)，但是对于它的产生都可以从资源分配还是资源有限的角度来进行解析(Luo & Zhao, 2014)。资源耗竭理论则认为当对 T1 在加工时占用过多的注意中枢资源，导致没有剩余资源对后续一定窗口内的 T2 进行加工进而导致注意盲，诸如此类的资源有限理论都表现出了资源在 T1 和 T2 之间的权衡(张明, 王凌云, 2009;)。而在本研究中与 T1 相对比而言，视听 T2 引起了视听整合可能会导致个体对其的知觉阈限降低，使得 T2 即使在认知资源配置不足的情况下仍然可以加工。同样也可以从资源竞争分配的角度理解(Shapiro, Schmitz, et al., 2006)，即 T2 的强度增加占据了更多资源导致加工能力也提升了，在本实验中就表现为 T2 具备双通道属性能够在资源中枢进行整合加工占据了更多的资源进而得到了进一步的加工。但本研究与以往研究存在某些差异，实验数据显示只在 Lag1 处发现了瞬脱现象，这可能是由于实验材料的跨文化敏感差异所导致的，即以往研究的参与者从小熟知英文字母，而本研究中的被试由于母语环境的不同，在对单个刺激的认知加工投射更多的注意。根据过度投入假设理论(Olivers & Nieuwenhuis, 2006)认为投入的资源超出资源阈限，引起对后续较长时间窗中的干扰的加工意识也没有达到阈限(Arend, Johnston, & Shapiro, 2006)，导致注意瞬脱窗口缩小。也存在另外一种可能性，即考虑到视觉注意瞬脱的个体差异性(陈江涛等人, 2014)本实验在选取更多被试的同时也设置了明显高于前人研究的试次个数，Fecteau 和 Munoz(2003)指出实验中个体的行为表现会受到近期事件和任务的影响，这就容易导致被试由于试次的增加逐渐适应于当前任务进而导致注意瞬脱持续时间变短。

将前后两个实验分别进行分析后对比发现，在瞬脱最明显的地方(T2 处于 Lag1 处)，对比同步 T2 的声音减小注意瞬脱差异的能力发现：相对于个体处于视觉集中注意条件下(忽略听觉通道的声音只注意视觉通道的字母)当处于分视听分散注意条件下(主动注意视觉通道的字母以及听觉通道的声音)由声音同步目标引起的视听整合效应增强以至于注意瞬脱消失。两者之间的结果差异支持了偏向竞争模型假说(Mishra, Bavelier, & Gazzaley, 2012)，即将注意转到双通道时个体对两通道的感觉，会增强对所选定通道信息的感觉神经反应(Beck & Kastner, 2009)，引起视听整合效应增加。进而使得在瞬脱窗口内的前后两个目标识别准确性持平导致注意瞬脱消失。不仅如此，当注意双通道时整合能力表现更强也有效验证了有限资源多通道共享机制，即视觉系统资源不足时可将多通道共享的感知注意资源释放到听觉系统并进行整合加工(Haroush, Deouell, & Hochstein, 2011)。虽然二者在目标判断正确率的趋势变化图中都表现出相似的趋势(如图 10 所示)，但是具体某些点的数据仍有差异，具体表现

为较于实验2而言实验1在Lag较大的条件下出现正确率上升。造成这种差异的原因可能是由于实验条件呈现的随机化导致的，由于实验1要排除声音凸显这一干扰因素故将其呈现方式调整为Block设计,而实验2则沿用较为普遍的完全随机化呈现。根据先前也有提到试次的历史影响效应(Maljkoyic, Nakayama, 1994)，实验1的被试更加熟悉了任务当前区组刺激呈现规律引起正确率上升，所以导了致两个实验间的微小差距。

在本研究中总结发现了视听整合可以弱化注意瞬脱现象并且可以通过控制注意通道来影响整合效应进一步对注意瞬脱现象进行不同程度的调节，这一发现为后续探究如何调节注意在时间维度持续加工表现出来的局限性奠定了基础。综上所述研究不仅在前人研究基础之上证实了视听整合可以减小注意瞬脱这一结论并且进一步探究了注意分配调控下二者的交互作用。本研究为后续的细致化探究奠定了坚实的理论成果，也为探索注意、认知乃至于脑网络提供了不可或缺的理论支撑。然而任何研究的最终目的都是将理论基础作为支撑幻化到现实生活的应用中去，基于本研究的分析结果，视听整合影响注意瞬脱的客观规律对于许多领域都有良好的借鉴作用。在人口老龄化逐渐上升的21世纪，可以通过研究结果的规律进行模拟训练来提升并预防老年人知觉功能退化，提升老年人生活幸福指数。也可将其规律应用到交通心理学中，例如驾驶安全、车内指示灯工效学设计以及指挥信号灯的设计以最大限度地提升驾驶安全性。不仅如此，如今随着国家教育局不断推进教育信息化体制改革，多媒体教学被大量引进到了教学课堂，根据学生注意力持久度的发展规律和整合效应的促进作用将其综合应用到教学软件系统中同样可以提升教师教学水平和学生学习效率。另一方面，在实验中发现的客观规律和缓解措施也可以协助运动员的选拔等工作并为患有注意缺陷障碍等等特殊人群的知觉控制训练设置提供科学依据。本研究也存在一些不足之处，视觉层面的注意瞬脱现象是视觉选择性注意在时程中一种常见的抑制现象，其背后的机制有别于以往经验研究的空间维度，然而关于持续性注意中的视听整合是发生的阶段还尚有待商榷，在未来可以采用事件相关电位技术对这种现象的发生时间进行细致化探索。

5 结论

（1） 视听整合可以调节注意瞬脱现象。

（2） 视听整合在视觉单通道集中注意下可以减小注意瞬脱现象。

（3） 视听整合在双通道分散注意下整合能力增强，可以更明显地减小注意瞬脱现象。

参考文献：

曾庆巍，刘爱书．(2015)．情绪对注意选择性的影响:注意偏向和注意瞬脱．*中国临床心理学杂志*，(03)，72-76.

陈宏，王苏妍．(2012)．视觉注意瞬脱实验范式述评．*心理科学进展*，*20*(12)，1926-1939.

陈江涛，唐丹丹，刘聪丛，陈安涛．(2014)．注意瞬脱效应的个体差异．心理科学进展，22(10)，1564-1572.

程浩，刘爱书．(2017)．注意缺陷多动障碍患者的注意瞬脱(综述)．中国心理卫生杂志(2).

邓晓红，周晓林．(2006)．注意瞬脱神经机制的研究．心理科学，29(2)，508-510.

董蕊．(2017)．不同刺激时间间隔条件下负启动对注意瞬脱的影响．人类工效学，(1).

葛明贵．(1994)．感觉剥夺实验研究述评．安徽师范大学学报(人文社科版)，(3)，269-271.

顾吉有，吕勇．(2016)．选择性注意和分配性注意对多感觉整合的不同影响．心理与行为研究，14(2)，202-206.

韩盈盈，赵俊华．(2013)．注意捕获对注意瞬脱的消弱作用．心理科学(02)，301-305.

胡传鹏，孔祥祯，Eric-Jan Wagenmakers，Alexander Ly，& 彭凯平．(2018)．贝叶斯因子及其在 jasp 中的实现．心理科学进展，214(6)，5 - 19.

李宁，王荫华，高旭光.(2006)．抑郁症患者注意瞬脱特征初步研究．中国康复理论与实践，12(6)，511-512.

刘强，张志杰，王琪，张庆林．(2008)．多种感觉信息整合的认知与神经机制研究．心理科学，31(4)，1021-1023.

罗霄骁，康冠兰，周晓林．(2018)．McGurk 效应的影响因素与神经基础．心理科学进展，26(11)，39-55.

吕小康．(2012)．Fisher 与 neyman-pearson 的分歧与心理统计中的假设检验争议．心理科学，35(6)，1502-1506.

彭姓，常若松，任桂琴，王爱君，& 唐晓雨．(2018)．外源性注意与多感觉整合的交互关系．心理科学进展，26(12)，2129-2140.

孙远路，胡中华，张瑞玲，寻茫茫，刘强，张庆林．(2011)．多感觉整合测量范式中存在的影响因素探讨．心理学报，43(11)，1239-1246.

唐晓雨，孙佳影，彭姓．(2020)．双通道分配性注意对视听觉返回抑制的影响．心理学报，52(3)，257-268.

汪静．(2019)．阅读障碍患者的注意瞬脱研究综述．开封教育学院学报，39(02)，178-179.

王庭照，王凤丽，敖勇前，王丽．(2019)．RSVP 范式下情绪刺激对聋人与听力正常人注意瞬脱影响的比较研究．心理与行为研究，17(06)，803-809.

文小辉，刘强，孙弘进，张庆林，尹秦清，郝明洁，牟海蓉．(2009)．多感官线索整合的理论模型．心理科学进展，17(4)，659-666

吴昱，高湘萍．(2013)．基于快速系列视觉呈现范式的自我-他人面孔注意瞬脱效应研究．心理科学，(4)，816-821.

谢莺，陈心浩，罗婕，钟小丽，蓝婷．(2009)．注意瞬脱:短暂失控、延迟选择还是资源耗竭?．心理学探新，29(2)，25-29.

谢莺，罗婕，钟小丽，蓝婷，段瑞莹．(2008)．对注意瞬脱的延迟选择理论的检验研究．中南民族大学学报(自然科学版)，(03)，54-56.

辛昕，任桂琴，李金彩，唐晓雨．(2017)．早期视听整合加工——来自 MMN 的证据．心理科学进展，25(5)，757-768.

于薇，王爱君，张明．(2017)．集中和分散注意对多感觉整合中听觉主导效应的影响．心理学报，49(2)，164-173.

张明，王凌云．(2009)．注意瞬脱的瓶颈理论.心理科学进展，(01)，9-18.

朱湘如，刘昌．(2006)．注意瞬脱的神经机制及其理论解释．心理科学进展，14(3)，328-333.

Akyürek, E. G., Hommel, B., & Jolicoeur, P. (2007). Direct evidence for a role of working memory in the attentional blink. Memory & Cognition, 35(4), 621-627.

Akyürek, E. G., Leszczyński, M., & Anna, S. (2010). The temporal locus of the interaction between working memory consolidation and the attentional blink. Psychophysiology, 47(6), 1134-1141.

Arend, I., Johnston, S., & Shapiro, K. (2006). Task-irrelevant visual motion and flicker attenuate the attentional blink. Psychonomic Bulletin & Review, 13(4), 600-607.

Arnell, K. M., & Larson, J. M. (2002). Cross-modality attentional blinks without preparatory task-set switching. Psychonomic Bulletin & Review, 9(3), 497-506.

Beauchamp, M. S., Argall, B. D., Bodurka, J., Duyn, J. H., & Martin, A. (2004). Unraveling multisensory integration: patchy organization within human STS multisensory cortex. Nature Neuroscience, 7(11), 1190-1192
Beck, D. M., & Kastner, S. (2009). Top-down and bottom-up mechanisms in biasing competition in the human brain. Vision Research, 49(10), 1154 - 1165.
Becker, S. I., & Horstmann, G. (2011). Novelty and saliency in attentional capture by unannounced motion singletons. Acta Psychologica, 136(3), 290-299.
Bolognini, N., Frassinetti, F., Serino, A., & Làdavas, E. (2005). "Acoustical vision" of below threshold stimuli: Interaction among spatially converging audiovisual inputs. Experimental Brain Research, 160(3), 273-282.
Botvinick, M. & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eye sees. Nature, 391(6669), 756.
Burg, E. V. D., Olivers, C. N. L., Bronkhorst, A. W., Koelewijn, T., & Theeuwes, J. (2007). The absence of an auditory-visual attentional blink is not due to echoic memory. Percept Psychophys, 69(7), 1230-1241.
Callan, A., Callan, D., & Ando, H. (2015). An fmri study of the ventriloquism effect. Cerebral Cortex, 25(11), 4248-4258.
Calvert, G. A., & Thesen, T. (2004). Multisensory integration: Methodological approaches and emerging principles in the human brain. Journal of Physiology Paris, 98(1-3), 191-205.
Chen, X., Pan, Z., Wang, P., Yang, X., Liu, P., & You, X., et al. (2016). The integration of facial and vocal cues during emotional change perception: eeg markers. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11(7), 1152-1161.
Choi, H., Chang, L. H., Shibata, K., Sasaki, Y., & Watanabe, T. (2012). Resetting capacity limitations revealed by long-lasting elimination of attentional blink through training. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(30), 12242-12247.
Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 21(1), 109-127.
Cindy, J. L., Matthew, I. I., & Alisa, D. M. (2001). Age differences in the magnitude of the attentional blink. Aging Neuropsychology & Cognition, 8(2), 149-159
Colzato, L. S., Michiel M. A. Spapé, Pannebakker, M. M., & Hommel, B. (2008). Working memory and the attentional blink: blink size is predicted by individual differences in operation span. Psychonomic Bulletin Review, 14(6), 1051-1057.
Conrey, B. & Pisoni, D. B. (2006). Auditory-visual speech perception and synchrony detection for speech and nonspeech signals. The Journal of the Acoustical Society of America, 119(6), 4065-4073.
Dale, G., & Arnell, K. M. (2010). Individual differences in dispositional focus of attention predict attentional blink magnitude. Attention, Perception, & Psychophysics, 72(3), 602-606.
De Groot, B. J. A., Van, d. B. K. P., Van, d. M. B. F., & Minnaert, A. E. M. G. (2015). The attentional blink in typically developing and reading-disabled children. Journal of Experimental Child Psychology, 139, 51-70.
Dux, P. E., & Coltheart, V. (2005). The meaning of the mask matters: evidence of conceptual interference in the attentional blink. Psychology Science, 16(10), 775-779.
Dux, P. E., & René Marois. (2009). The attentional blink: a review of data and theory. Atten Percept Psychophys, 71(8), 1683-1700.
Ernst, M. O., & Bülthoff. H. H. (2004). Merging the senses into a robust percept. Trends in Cognitive Sciences, 8(4), 0-169.
Fairhall, S. L., & Macaluso, E. (2009). Spatial attention can modulate audiovisual integration at multiple cortical and subcortical sites. European Journal of Neuroscience, 29(6), 1247 - 1257.
Fecteau, J. H., & Munoz, D. P. (2003). Exploring the consequences of the previous trial. Nature Reviews Neuroscience, 4(6), 435-443.
Frassinetti, F., Bolognini, N., & Elisabetta Làdavas. (2002). Enhancement of visual perception by crossmodal visuo-auditory interaction. Experimental Brain Research, 147(3), 332-343.
Frens, M. A., Opstal, A. J. V., & Willigen, R. F. V. D. (1995). Spatial and temporal factors determine audio-visual interactions in saccadic eye movements. Perception & Psychophysics, 57(6), 802-816.

Giray, M., & Ulrich, R. (1993). Motor coactivation revealed by response force in divided and focused attention. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 19(6), 1278-1291.
Gondan, M., Niederhaus, B., Frank Rösler, & Brigitte Röder. (2005). Multisensory processing in the redundant-target effect: a behavioral and event-related potential study. Perception & Psychophysics, 67(4), 713-726.
Hairston, W. D., Wallace, M. T., Vaughan, J. W., Stein, B. E., Norris, J. L., & Schirillo, J. A. (2003). Visual localization ability influences cross-modal bias. Journal of Cognitive Neuroscience, 15(1), 20-29.
Haroush, K., Deouell, L. Y., & Hochstein, S. (2011). Hearing while blinking: multisensory attentional blink revisited. Journal of Neuroscience, 31(3), 922-927.
Hong, C., & Su-Yan, W. (2012). About the paradigm of visual attentional blink. Advances in Psychological Science, 20(12), 1926-1939.
Hughes, H. C., Nelson, M. D., & Aronchick, D. M. (1998). Spatial characteristics of visual-auditory summation in human saccades. Vision Research, 38(24), 0-3963.
Isaak, M. I., Shapiro, K. L., & Martin, J. (1999). The attentional blink reflects retrieval competition among multiple rapid serial visual presentation items: tests of an interference model., 25(6), 1774.
János Horváth, & Annamária Burgyán. (2011). Distraction and the auditory attentional blink. Atten Percept Psychophys, 73(3), 695-701.
Jong, J. J. D., Hodiamont, P. P. G., Stock, J. V. D., & Gelder, B. D. (2009). Audiovisual emotion recognition in schizophrenia: reduced integration of facial and vocal affect. Schizophrenia Research, 107(2-3), 286-293.
Joo, S. J., & Chong, S. C. (2013). Effect of subtle stimulus strength on the attentional blink. Perception, 42, 28-33.
K.L. Shapiro, J.E., Raymond, & K.M. Arnell. (1997). The attentional blink. Trends in Cognitive Sciences, 1(8), 291-296.
Kawahara, J. I., Zuvic, S. M., Enns, J. T., & Lollo, V. D. (2003). Task switching mediates the attentional blink even without backward masking. Perception & Psychophysics, 65(3), 339-351.
Kitagawa, N. & Ichihara, S. (2002). Hearing visual motion in depth. Nature, 416, 172-174.
Koelewijn, T., Bronkhorst, A., & Theeuwes, J. (2010). Attention and the multiple stages of multisensory integration: a review of audiovisual studies. Acta psychologica, 134(3), 372-384.
Kranczioch, C., & Thorne, J. D. (2013). Simultaneous and preceding sounds enhance rapid visual targets: evidence from the attentional blink. Advances in Cognitive Psychology, 9(3), 130-142.
Kranczioch, C., & Thorne, J. D. (2015). The beneficial effects of sounds on attentional blink performance: An ERP study. NeuroImage, 117, 429-438.
Krause, H., Schneider, T. R., Engel, A. K., & Senkowski, D. (2012). Capture of visual attention interferes with multisensory speech processing. Frontiers in Integrative Neuroscience, 6, 67.
Kruschke, J. K., & Liddell, T. M. (2017). Bayesian data analysis for newcomers. Psychonomic Bulletin & Review, 1 – 23.
Landau, A. N., & Bentin, S. (2008). Attentional and perceptual factors affecting the attentional blink for faces and objects. Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance, 34(4), 818-830.
Lewkowicz, D. J., & Ghazanfar, A. A. (2009). The emergence of multisensory systems through perceptual narrowing. Trends in Cognitive Sciences, 13(11), 0-478.
Li, Q., Wu, J., & Touge, T. (2010). Audiovisual interaction enhances auditory detection in late stage: an event-related potential study. Neuroreport, 21(3), 173 – 178.
Lippert, M., Logothetis, N. K., & Kayser, C. (2007). Improvement of visual contrast detection by a simultaneous sound. Brian Research, 1173, 102-109.
Lollo, V. D., Kawahara, J. I., Ghorashi, S. M. S., & Enns, J. T. (2005). The attentional blink: resource depletion or temporary loss of control? Psychological Research, 69(3), 191-200.
Lovelace, C. T., Stein, B. E., & Wallace, M. T. (2003). An irrelevant light enhances auditory detection in humans: a psychophysical analysis of multisensory integration in stimulus detection. Cognitive Brain Research, 17(2), 447-453.

Luo, B., & Zhao, J. (2014). Effects of stimulus categories on the attentional blink. Advance in Psychology, 4, 625-631.
Maclean, M. H., & Arnell, K. M. (2012). A conceptual and methodological framework for measuring and modulating the attentional blink. Attention, Perception, & Psychophysics, 74(6), 1080-1097.
Maclean, M. H., Arnell, K. M., & Busseri, M. A. (2010). Dispositional affect predicts temporal attention costs in the attentional blink paradigm. Cognition and Emotion, 24(8), 1431-1438.
Mahoney, J. R., Verghese, J., Dumas, K., Wang, C., & Holtzer, R. (2012). The effect of multisensory cues on attention in aging. Brain Research, 1472, 63–73.
Maki, W. S., Bussard, G., Lopez, K., & Digby, B. (2003). Sources of interference in the attentional blink: target-distractor similarity revisited. Perception & Psychophysics, 65(2), 188-201.
Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out: i. role of features. Memory & Cognition, 22(6), 657-672.
Martens, S., & Johnson, A. (2005). Timing attention: cuing target onset interval attenuates the attentional blink. Memory & Cognition, 33(2), 234-240.
Martens, S., & Wyble, B. (2010). The attentional blink: past, present, and future of a blind spot in perceptual awareness. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 34(6), 947-957.
Martens, S., Munneke, J., Smid, H., & Johnson, A. (2006). Quick minds don't blink: electrophysiological correlates of individual differences in attentional selection. Journal of Cognitive Neuroscience, 18(9), 1423-1438.
Mast, F., Frings, C., & Spence, C. (2015). Multisensory top-down sets: evidence for contingent crossmodal capture. Attention, Perception, & Psychophysics, 77(6), 1970-1985.
Mathis, K. I., Wynn, J. K., Jahshan, C., Hellemann, G., Darque, A., & Green, M. F. (2012). An electrophysiological investigation of attentional blink in schizophrenia: Separating perceptual and attentional processes. International Journal of Psychophysilolgy, 9(3), 353-383.
Matusz, P. J., & Eimer, M. (2011). Multisensory enhancement of attentional capture in visual search. Psychonomic Bulletin & Review, 18(5), 904-909.
Mcgurk, H., & Macdonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. Nature, 264(5588), 746-748.
Meredith, M. A., Nemitz, J. W., & Stein, B. E. (1987). Determinants of multisensory integration in superior colliculus neurons. I. Temporal factors. Journal of Neuroscience, 7(10), 3215-3229.
Miller, J. (1982). Divided attention: evidence for coactivation with redundant signals. Cognitive Psychology, 14(2), 247-279.
Miller, J. (1986). Timecourse of coactivation in bimodal divided attention. Perception & Psychophysics, 40(5), 331-343.
Mishra, J., Bavelier, D., & Gazzaley, A. (2012). How to assess gaming-induced benefits on attention and working memory. Games for Health Journal, 1(3), 192-198.
Mittag, M., Alho, K., Takegata, R., Makkonen, T., & Kujala, T. (2013). Audiovisual attention boosts letter-speech sound integration. Psychophysiology, 50(10), 1034-1044.
Molholm, & S. (2006). Audio-visual multisensory integration in superior parietal lobule revealed by human intracranial recordings. Journal of Neurophysiology, 96(2), 721-729.
Molholm, S., Ritter, W., Murray, M. M., Javitt, D. C., Schroeder, C. E., & Foxe, J. J. (2002). Multisensory auditory-visual interactions during early sensory processing in humans: a high-density electrical mapping study. Brain Res Cogn Brain Res, 14(1), 115-128.
Mudrik, L., Faivre, N., & Koch, C. (2014). Information integration without awareness. Trends in Cognitive Sciences, 18(9), 488-496.
Müsch Kathrin, Engel, A. K., Schneider, T. R., & Justin, H. (2012). On the blink: the importance of target-distractor similarity in eliciting an attentional blink with faces. PLoS One, 7(7), e41257.
Nieuwenstein, & Mark, R. (2006). Top-down controlled, delayed selection in the attentional blink. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 32(4), 973-985.
Nieuwenstein, M. R., & Potter, M. C. (2006). Temporal limits of selection and memory encoding: A comparison of whole versus partial report in rapid serial visual presentation. Psychological Science, 17(6), 471-475.

Nieuwenstein, M. R., Chun, M. M., Van, D. L. Rob, H. J., & Hooge, I. T. C. (2005). Delayed attentional engagement in the attentional blink. Journal of Experimental Psychology. Human Perception & Performan, 31(6), 1463.
Olivers, C. N. L., & Nieuwenhuis, S. (2005). The beneficial effect of concurrent task-irrelevant mental activity on temporal attention. Psychological Science, 16(4), 265-269.
Olivers, C. N. L., & Nieuwenhuis, S. (2006). The beneficial effects of additional task load, positive affect, and instruction on the attentional blink. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 32, 364-379.
Olivers, C. N. L., & Van der Burg, E. (2008). Bleeping you out of the blink: sound saves vision from oblivion. Brain Research, 1242, 191-199.
Palmer, T. D., & Ramsey, A. K. (2012). The function of consciousness in multisensory integration. Cognition, 125(3), 353-364.
Pluta, S. R., Rowland, B. A., Stanford, T. R., & Stein, B. E. (2011). Alterations to multisensory and unisensory integration by stimulus competition. Journal of Neurophysiology, 106(6), 3091-3101.
Potter, M. C., Staub, A., & O″Connor, D. H. (2002). The time course of competition for attention: attention is initially labile. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 28(5), 1149-1162.
Raab, D. H. (1962). Statistical facilitation of simple reaction time. Transactions of the New York Academy of Sciences, 24(24), 574-590.
Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an rsvp task: an attentional blink? Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 18(3), 849-860.
Ren, Y., Ren, Y., Yang, W., Tang, X., Wu, F., & Wu, Q et al. (2018). Comparison for younger and older adults: stimulus temporal asynchrony modulates audiovisual integration. International Journal of Psychophysiology, 124, 1-11.
René Marois, & Ivanoff, J. (2005). Capacity limits of information processing in the brain. Trends in Cognitive Sciences, 9(6), 0-305.
Roach, N. W., Heron, J., & Mcgraw, P. V. (2006). Resolving multisensory conflict: a strategy for balancing the costs and benefits of audio-visual integration. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 273(1598), 2159-2168.
Robinson, A. K., Mattingley, J. B., & Judith, R. (2013). Odors enhance the salience of matching images during the attentional blink. Frontiers in Integrative Neuroscience, 7, 77.
Russo, N., Kates, W. R., & Wyble, B. (2017). Developmental changes in feature detection across time: evidence from the attentional blink. Journal of Experimental Child Psychology, 164, 32-44.
Sakata, S., Yamamori, T., & Sakurai, Y. (2004). Behavioral studies of auditory-visual spatial recognition and integration in rats. Experimental Brain Research, 159(4), 409-417.
Santangelo, V., Fagioli, S., & Macaluso, E. (2010). The costs of monitoring simultaneously two sensory modalities decrease when dividing attention in space. NeuroImage, 49(3), 2717–2727.
Schneider, T. (2013). More than meets the eye: the attentional blink in multisensory environments. commentary on Kranczioch and Thorne. Advances in Cognitive Psychology, 9(3), 143-145.
Sébastien Tremblay, François Vachon, & Jones, D. M. (2005). Attentional and perceptual sources of the auditory attentional blink. Perception & Psychophysics, 67(2), 195-208.
Shams, L., Iwaki, S., Chawla, A., & Bhattacharya, J. (2005). Early modulation of visual cortex by sound: an MGE study. Neuroscience Letters, 378(2), 76-81.
Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). What you see is what you hear. Nature，408(12), 2670-2671.
Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1997). The attentional blink. Trends in Cognitive Sciences, 1(8), 291-296.
Shapiro, K., Schmitz, F., Martens, S., Hommel, B., & Schnitzler, A. (2006). Resource sharing in the attentional blink. NeuroReport, 17, 163-166.
Slutsky, D. A., & Recanzone, G. H. (2001). Temporal and spatial dependency of the ventriloquism effect. Neuroreport, 12(1), 7-10.
Smith, S. D., Most, S. B., Newsome, L. A., & Zald, D. H. (2006). An emotion-induced attentional blink elicited by aversively conditioned stimuli. Emotion, 6(3), 523-527.

Spence, C. (2007). Audiovisual multisensory integration. Acoustical Science and Technology, 28(2), 61-70.
Spence, C. (2011). Crosmodal corespondences: A tutorial review. Attention, Perception & Psychophysics, 73(4), 971-995.
Spence, C. (2013). Just how important is spatial coincidence to multisensory integration? Evaluating the spatial rule. Annals of the New York Academy of Sciences, 1296(1), 31-49.
Stein, B. E., & Stanford, T. R. (2008). Multisensory integration: current issues from the perspective of the single neuron. Nature Reviews Neuroscience, 9(5), 406-406.
Stein, B. E., London, N., Wilkinson, L. K., & Price, D. D. (1996). Enhancement of perceived visual intensity by auditory stimuli: a psychophysical analysis. Journal of Cognitive Neuroscience, 8(6), 497-506.
Stevenson, R. A., & James, T. W. (2009). Audiovisual integration in human superior temporal sulcus: inverse effectiveness and the neural processing of speech and object recognition. NeuroImage, 44(3), 1210-1223.
Stevenson, R. A., Fister, J. K., Barnett, Z. P., Nidiffer, A. R., & Wallace, M. T. (2012). Interactions between the spatial and temporal stimulus factors that influence multisensory integration in human performance. Experimental Brain Research, 219(1), 121-137.
Talsma & Durk. (2015). Predictive coding and multisensory integration: an attentional account of the multisensory mind. Frontiers in Integrative Neuroscience, 9, 19
Talsma, D., & Woldorff, M. G. (2005). Selective attention and multisensory integration: multiple phases of effects on the evoked brain activity. Journal of Cognitive Neuroscience, 17(7), 1098-1114.
Talsma, D., Doty, T. J., & Woldorff, M. G. (2007). Selective attention and audiovisual integration: is attending to both modalities a prerequisite for early integration? Cerebral Cortex,17(3), 679–690.
Talsma, D., Senkowski, D., Soto-Faraco, S., & Woldorff, M. G. (2010). The multifaceted interplay between attention and multisensory integration. Trends in Cognitive Sciences, 14(9), 0-410.
Tang, X., Gao, Y., Yang, W., Ren, Y., Wu, J., Ming, Z., & Wu, Q. (2019). Bimodal-divided attention attenuates visually induced inhibition of return with audiovisual targets. Experimental brain research, 237(4), 1093-1107.
Tang, X., Wu, J., & Shen, Y. (2016). The interaction of multisensory integration with endogenous and exogenous attention. Neurosci Biobehav Rev, 61, 208-224
Theeuwes, J. (2013). Feature-based attention: It is all bottom-up priming. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 368(1628).
Tiippana, K. (2008). What is the McGurk effect? Frontiers in Psychology, 5(4),725.
Van Dam, N. T., Earleywine, M., & Altarriba, J. (2012). Anxiety attenuates awareness of emotional faces during rapid serial visual presentation. Emotion, 12(4), 796-806.
Van der Burg, E., Olivers C. N. L., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2008). Audiovisual events capture attention: Evidence from temporal order judgments. Journal of Vision, 8(5), 1–10.
Van der Burg, E., Olivers, C. N. L., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2008). Pip and pop: non-spatial auditory signals improve spatial visual search. Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance, 34(5), 1053-1065.
Van der Burg, E., Talsma, D., Olivers, C. N. L., Hickey, C., & Theeuwes, J. (2011). Early multisensory interactions affect the competition among multiple visual objects. Neuroimage, 55(3), 1208-1218.
Van der Kooij, H., Jacobs, R., Koopman, B., & Grootenboer, H. (1999). A multisensory integration model of human stance control. Biological Cybernetics, 80(5), 299-308
Van Ee, R., Van Boxtel, J. J. A., Parker, A. L., & Alais, D. (2009). Multisensory congruency as a mechanism for attentional control over perceptual selection. Journal of Neuroscience, 29(37), 11641-11649.
Van, d. S. N., Spence, C., Nijober, T. C., & Van, d. S. S. (2015). On the relative contributions of multisensory integration and crossmodal exogenous spatial attention to multisensory response enhancement. Acta Psychologica, 162, 20-28.
Van, L. S., Muller, N. G., & Melloni, L. (2009). Age effects on attentional blink performance in meditation. Consciousness & Cognition, 18(3), 593-599.
Vermeulen, N. (2010). Current positive and negative affective states modulate attention: an attentional blink study. Personality and Individual Differences, 49(5), 542-545.

Vincent Jetté Pomerleau, Fortier-Gauthier, U., Corriveau, I., Mcdonald, J. J. & Pierre Jolicœur. (2014). The attentional blink freezes spatial attention allocation to targets, not distractors: evidence from human electrophysiology. Brain research, 1559(17), 33-45.
Vroomen, J., & De Gelder, B. (2000). Sound enhances visual perception: cross-modal effects of auditory organization on vision. Journal of Experimental Psychology. Human Perception & Performan, 26(5), 1583.
Wahn, B., & König, Peter. (2017). Is attentional resource allocation across sensory modalities task-dependent?. Advances in Cognitive Psychology, 13(1), 83-96.
Wilschut, A. Theeuwes, J., & Olivers, C. N. L. (2011). The time course of atention: Selection is transient. PLoS One, 6(11), e27661.
Yasuhiro, T., Jiro, G., & Katsumi, W. (2014). Hemispheric asymmetry in the auditory facilitation effect in dual-stream rapid serial visual presentation tasks. PLoS ONE, 9(8), e104131.
Yuille, A. L., Bülthoff, H. H. (1993). Bayesian decision theory and psychophysics. Perception As Bayesian Inference, 11(4), 123-161.

The Effect of Audiovisual Integration on Attentional Blink

WANG AiJun[1]; ZHAO Chaoyue[1]; TANG Xiaoyu[2]; ZHANG Ming[1]

[1](Department of Psychology, Soochow University, Research Center for Psychology and Behavioral Sciences, Suzhou, 215123, China)

[2] (School of Psychology, Liaoning Normal University, Liaoning Collaborative Innovation Center of Children and Adolescents Healthy Personality Assessment and Cultivation, Dalian, 116029, China)

Abstract: Attentional Blink (AB) refers to the phenomenon that an individual's ability is diminished to recognize stimuli in a short period of time. The phenomenon is easy to cause the loss of individuals to the subsequent information processing, which is the embodiment of the limitation of attention in the time dimension. Many studies have shown that, when individuals communicate with complex information environments, they can recognize objects and stimuli that can present information in visual and auditory channels more quickly and accurately. This natural phenomenon is called Audiovisual Integration (AVI). Previous researches indicate that audiovisual integration can improve spatial attention orientation and search efficiency. Some studies have suggested that sensory facilitation can also occur during long-term attention. The present study is to explore whether attentional blink can be regulated by audiovisual integration. If there is an impact between the two, then how the intensity of integration will affect the attentional blink? And how the effectiveness of this regulation is more optimized. In experiment 1, "RSVP" paradigm was used to compare the transient effects under different sound conditions, the results showed that the recognition accuracy was

significantly improved when the ignored sound appeared synchronously with the target. That proved that audio-visual integration can slow down attention transient. Furthermore, this effect was not caused by auditory salience. In experiment 2, according to the biased competition model, attentional blink could be eliminated significantly by adding auditory tasks and assigning attention to the audio-visual integration enhancement in dual channels. At the same time, it shows that audio-visual integration can adjust the phenomenon of attentional blink in different degrees.

Key words: attentional blink; multisensory integration; audiovisual integration; bimodal divided attention; modality-specific attention

(通讯作者：张 明，E-mail：psyzm@suda.edu.cn；唐晓雨，E-mail：tangyu-2006@163.com)

作者贡献声明：
王爱君：实验设计、数据解释、论文写作；
赵超越：数据收集、分析；论文写作
唐晓雨：实验设计、论文修改
张　明：实验设计、论文修改